

IN MEMORIAM

LAURA ARRIAGA CABRERA
(1956-2009)

MIGUEL ÁNGEL SOTO ARENAS
(1963-2009)

EL CIEMPIÉS: UN BICHO QUE SE PARECE AL BORDE DE UN PETATE VIEJO



NÚM. 88 ENERO-FEBRERO DE 2010

ISSN: 1870-1760

BioDIVERSITAS

BOLETÍN BIMESTRAL DE LA COMISIÓN NACIONAL PARA EL [...]ERSIDAD



EL AGUACATE

México es uno de los países con amplia diversidad de tipos de aguacate pues existen en su territorio al menos 20 diferentes especies emparentadas con el aguacate común (*Persea americana*).[1] Para clasificar la diversidad del aguacate se ha empleado el concepto de razas y en el país se reconocen tres: mexicana, antillana y guatemalteca.[1] Éstas fueron clasificadas por Bergh y Ellstrand[2] como variedades botánicas, siendo la *Persea americana* var. *drymifolia* la raza mexicana, *P. americana* var. *americana* la antillana y *P. americana* var. *guatemalensis* la guatemalteca.

Foto: © Latin Stock México / Corbis

EL AGUACATE

ALEJANDRO F. BARRIENTOS-PRIEGO*



Desde la época prehispánica ha sido reconocida esta diversidad: en el Códice Florentino se mencionan tres tipos de aguacate: aoacatl, tlacacolaoacatl y quiloaoacatl que, de acuerdo con sus descripciones, podrían corresponder a las tres razas mencionadas, cada una con características morfológicas distintivas.[1] Existe una gran cantidad de híbridos con rasgos mezclados, lo que ocasiona problemas para su ubicación en una raza u otra. Estudios morfológicos muestran una relación más estrecha entre las razas antillana y guatemalteca.

Las razas de aguacate están distribuidas de acuerdo con la altitud y la presencia de zonas libres de heladas. Así tenemos que, en general, la raza mexicana se encuentra por arriba de los 2 000 m de altitud (zona templada), la guatemalteca entre los 1 000 y 2 000 m (zona subtropical) y la antillana por debajo de los 1 000 m (zona tropical).[2,1] En cambio, los híbridos tienen una adaptación intermedia. Un ejemplo de ello es el aguacate denominado 'Hass', un híbrido avanzado de las razas guatemalteca y mexicana, el cual se ha estimado que tiene entre 10 y 15% de genes de la última raza,[2] lo que le confiere una mejor adaptación a zonas más templadas. El tipo de vegetación donde predomina la raza mexicana es de bosques de pino-encino, mientras que a la raza guatemalteca se le encuentra en los bosques mesófilos de montaña, y a la antillana en el bosque tropical perennifolio, aunque sólo se han hallado pocos ejemplares de la última en este tipo de vegetación natural.[3]

El consumo de aguacate va desde la recolección en las selvas[4] hasta los productos procesados. El aguacate está arraigado en la dieta del mexicano. En México se producen alrededor de 800 mil toneladas anuales y es el primer productor mundial con poco más de la tercera parte del total global (aproximadamente 2 millones de toneladas anuales en los últimos años). Su cultivo es muy importante como fuente de empleos e ingresos en el sector rural, ya que ocupa el séptimo lugar en el valor de la producción agrícola nacional y es estratégico por su alto impacto socioeconómico en la comunidad rural de 28 entidades productoras.

Parte de la diversidad del aguacate sirve para formar huertos familiares, de los cuales se seleccionan semillas para los viveros comerciales. En parcelas donde se desmonta el bosque en zonas serranas generalmente los agricultores dejan árboles que les son de utilidad, entre ellos los de aguacate. Esto es muy común en Los Altos de Chiapas, mientras que en otros estados, como Michoacán,



La raza mexicana (var. *drymifolia*) se caracteriza por sus frutos pequeños y su piel delgada. Es la más rica de todas las razas pues posee 30% de contenido de aceite.

Foto: © Fulvio Eccardi

Puebla y México, hay árboles de aguacate "criollo", cuyos frutos son para autoconsumo y las hojas son muy apreciadas como condimento. También algunas familias siembran en sus huertos o traspatios semillas de frutos que les apetecen, contribuyendo así a la aparición de nuevas variedades. El uso del aguacate y del chinini (*Persea schiedeana*) para dar sombra en los cafetales de México es común,[5] aunque también se comen los frutos y utilizan los troncos como madera.

Gracias a su diversidad, los programas de mejoramiento genético se han enfocado en dos objetivos principales: obtener nuevas variedades cultivadas y seleccionar portainjertos.* En el país, solamente dos instituciones están realizando mejoramiento genético: el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y la Fundación Salvador Sánchez Colín-CICATAMEX, S.C., en colaboración con la Universidad Autónoma Chapingo (UACH). En Nayarit, el INIFAP selecciona portainjertos tolerantes a la sequía y a una enfermedad denominada "tristeza del aguacatero", causada por la alga (antes clasificado como hongo) *Phytophthora cinnamomi*. En el caso de CICATAMEX y la UACH eligen portainjertos resistentes a *P. cinnamomi* y la base genética utilizada principalmente es de germoplasma de la raza mexicana proveniente de todo el país. También están utilizando germoplasma de las razas mexicana y guatemalteca para hacer cruzamientos, con el fin de buscar variedades cultivadas de mejor calidad que se produzcan fuera de temporada, así como aguacates para la industria.

Aun cuando no existe ningún programa institucional de seguimiento a la diversidad del aguacate y especies afines en el país, se pueden señalar algunas tendencias que han venido ocurriendo durante los últimos 30 años en varias zonas con respecto al aguacate criollo. En las zonas productoras más importantes de Michoacán ha disminuido la producción de aguacates criollos, al injertarlos con la variedad Hass, la cual es usada en 90% de los huertos en México. Ello ha traído como consecuencia una gran pérdida de germoplasma. La expansión de la variedad Hass cada día es mayor en el país debido a su valor comercial, lo que también ha contribuido a la pérdida de bosques principalmente de pino-encino en el estado de Michoacán y tal vez al cambio ilegal en el uso de suelo.

En zonas productoras se eliminan árboles criollos debido a que son hospederos de barrenadores de "huesos" y ramas. La presencia de estas plagas pone en peligro la certificación fitosanitaria necesaria para exportar a Estados Unidos, por lo que se han emprendido grandes campañas para eliminarlas. Estas





La pérdida de bosques en el estado de Michoacán se debe, en parte, a la expansión del cultivo de la variedad Hass. En la imagen, cultivos en la región de Uruapan.

Fotos: © Fulvio Eccardi

acciones contribuyen a erosionar el germoplasma de esas zonas, el cual es abundante para la raza mexicana. Por su parte, la introducción de *P. cinnamomi* ha mermado las variedades criollas y poblaciones naturales de aguacate.

La deforestación es otro factor que ha contribuido a la reducción de la diversidad del aguacate. Este cultivo y varias especies relacionadas crecen en bosques y selvas; en el caso de Los Altos de Chiapas se sabe que en los bosques hay *Persea americana* var. *guatemalensis*, *Persea steyermarkii*, *P. nubigena* y *P. schiedeana*;[3] de hecho, el género *Persea* se considera como indicador del bosque mesófilo de montaña.[6] Por ejemplo, se estima que en Los Altos de Chiapas quedan actualmente entre 3700 y 5250 hectáreas de este tipo de bosque, que contrastan con las 40000 hectáreas obtenidas por el Inventario Forestal Nacional de México del año 2000.[6]

Desde los años cincuenta ha habido esfuerzos destinados a establecer y mantener bancos de germoplasma. En los años setenta se realizaron exploraciones y recolectas por el entonces INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas), que se depositaron en Celaya, Guanajuato, con lo que se conformó un banco de germoplasma que aún existe.[7,8] En los años noventa, investigadores de CICATAMEX y la UACH realizaron recolectas en México y el extranjero, formando lo que es actualmente el banco de germoplasma más diverso del país.[9] El Centro Regional Universitario de Occidente (CRUO) de la UACH también hace recolectas en Veracruz,[10] mientras que el INIFAP, a finales de los años noventa, llevó a cabo exploraciones en el país acopiando principalmente individuos de la raza mexicana con amplia diversidad y como material de propagación de semillas en 97% de lo recolectado.[11] Como parte de las acciones de la Red de Aguacate del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura se decidió crear el Depositario Nacional de Germoplasma de Aguacate, ubicado en dos campus Coatepec Harinas, Estado de México, y en Celaya, Guanajuato, los cuales albergan alrededor de 800 accesiones, más las que se lleguen a recolectar, incluyendo no sólo *Persea americana*, sino muchas especies del género y otras afines.

La conservación *ex situ* de aguacate ha enfrentado problemas fitosanitarios, técnicos en algunos casos, y falta de interés institucional, que se han traducido en pérdidas de accesiones. Todos los esfuerzos de conservación de la diversidad, y sobre todo la *ex situ*, requieren un compromiso institucional y fuentes de financiamiento. Al respecto, en los últimos cuatro años la Secretaría de Agricultura,





El quetzal, habitante de la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas, es un agente dispersor del aguacate silvestre.

Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) ha destinado recursos para el mantenimiento parcial de dos bancos de germoplasma; los cuales convinieron en ser los depositarios nacionales del germoplasma de aguacate.

De alguna forma, la conservación *in situ* se está llevando a cabo en algunas partes del país. Existen zonas protegidas que albergan especies de *Persea,* entre ellas la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, donde crece *Persea hintonii*.[12] Otras reservas, en las que se encuentran también otras especies de *Persea*, son las de Pico de Orizaba y Los Tuxtlas (Veracruz), Benito Juárez (Oaxaca), El Triunfo, Palenque, Lagunas de Montebello y Lacantún (Chiapas). Sin embargo, Lorea-Hernández[13] reportó que sólo las reservas de Los Tuxtlas y El Triunfo incluyen bosque mesófilo de montaña que alberga al *Persea americana*, por lo que es importante que se creen otras áreas protegidas en el país que incluyan este tipo de vegetación, o se aumente la existente en Los Altos de Chiapas. Otra opción es promover granjas forestales con diversidad, como lo está haciendo El Colegio de la Frontera Sur en Chiapas,[14] donde ya hay parcelas de muestra para que los indígenas adopten un modelo conservacionista y lo aprovechen. Otra forma de conservación se ve en los cafetales,[15] que en muchos casos tienen una riqueza amplia que incluye aguacate y *Persea schiedeana*, y también en huertos familiares.

El futuro de la diversidad del aguacate no es promisorio. Estos tipos dominaban la mayoría de las huertas del país hasta mediados de los años sesenta. Actualmente, 90% de la producción comercial se basa en la variedad Hass cultivada, y considerando que más áreas se suman al esquema de certificación con fines de exportación, las expectativas que enfrentan los aguacates criollos no son alentadoras. Además, los bosques y selvas donde crecen las especies de *Persea* se han reducido drásticamente y con ello ha aumentado la erosión genética. Se requiere un esfuerzo coordinado y de inversión para mantener esta diversidad, ya que las colecciones *in vivo* en bancos de germoplasma en campo son costosas, por lo que se deben llevar a cabo estudios de inventario y de planeación para realizar exploraciones y recolectas con el fin de conservar la diversidad.



El aguacate es rico en minerales y vitaminas A, D y E, y su aceite que contiene fitosterol lo hace idóneo para la elaboración de cremas, jabones, comida para perros y aceite comestible. Planta empacadora en Uruapan, Michoacán.

* Tipos de aguacate valiosos por sus características agronómicas o de adaptación, mas no por las de sus frutos, que se utilizan para injertarlos en aquellos tipos de aguacate que sí lo son por sus frutos. Si se emplean árboles ya establecidos, se reduce el tiempo en que una variedad deseable produce frutos sin tener que esperar a que el árbol se desarrolle desde la semilla.

Bibliografía

1 Barrientos-Priego, A.F., y L. López-López. 2000. "Historia y genética del aguacate", en D. Téliz, H. González, J. Rodríguez y R. Dromundo (eds.), *El aguacate y su manejo integrado*. Mundi-Prensa, México, pp. 19-31.

2 Bergh, B., N. y Ellstrand. 1986. "Taxonomy of the Avocado", en *California Avocado Society Yearbook* 70:135-146.

3 Barrientos-Priego, A.F., *et al.* 1992. "A Study of the Avocado Germplasm Resources, 1988-1990. IV. Findings in the Mexican Gulf Region", en *Proceedings of the Second World Avocado Congress* 1:551-558.

4 Kashanipour, R.A. y R.J. McGee. 2004. "Northern Lacandon Maya Medical Plant Use in the Communities of Lacanjá, Chan Sayab, and Naha', Chiapas, Mexico", en *Journal of Ecological Anthropology* 8: 47-66.

5 Soto-Pinto, L., *et al.* 2000. "Shade Effect on Coffee Production at the Northern Tzeltal Zone of the State of Chiapas, Mexico", en *Agriculture, Ecosystems, and Environment* 80:61-69.

6 Cayuela, L., *et al.* 2006. "The Extent, Distribution, and Fragmentation of Vanishing Montane Cloud Forest in the Highlands of Chiapas, Mexico", en *Biotropica* 38:544-554.

7 Ireta, A. 1977. *Estado actual de la investigación con frutales tropicales y subtropicales en el INIA. Memorias del II Congreso Nacional de Fruticultura*. Comisión Nacional de Fruticultura, SARH, Morelia Michoacán.

8 García, A., y S. Ichikawa 1979. "Cytogenetical Studies in the Genus *Persea* (Lauraceae). III. Comparative Morphological Study on 61 Avocado Strains", en *Japan Journal of Breeding* 29:66-76.

9 Ben-Ya'acov, A., *et al.* 1992. "A Study of Avocado Germplasm Resources, 1988-1990. I. General Description of the Internacional Project and its Findings", en *Proceedings of the Second World Avocado Congress*, pp. 535-541.

10 Escamilla-Prado, E., *et al.* 1992. *Recursos genéticos de aguacate en el centro de Veracruz*. Memoria del XIV Congreso Nacional de Citogenética. Sociedad Mexicana de Citogenética-Universidad Autónoma de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

11 Sánchez-Pérez, J.L. 1999. "Recursos genéticos de aguacate (*Persea americana* Mill.) y especies afines en México", en *Revista Chapingo. Serie Horticultura* 5:7-18.

12 Figueroa-Rangel, B.L., y M. Olvera-Vargas. 2000. "Regeneration Patterns in Relation to Canopy Species Composition and Site Variables in Mixed Oak Forests in the Sierra de Manantlán Biosphere Reserve, Mexico", en *Ecological Research* 15:249-261.

Puestos de mercados con venta de aguacate en Ámsterdam, Pátzcuaro, Nueva York y París.

Fotos: © Fulvio Eccardi











[13] Lorea-Hernández, F.G. 2002. "La familia Lauraceae en el sur de México: diversidad, distribución y estado de conservación", en *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 71:59-70.

[14] De Jong, B.H.J., *et al.* 2006. A Framework for Monitoring and Evaluating Carbon Mitigation by Farm Forestry Projects: Example of a Demonstration Project in Chiapas, Mexico", en *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 2:231-246.

[15] Moguel, P., y V.M. Toledo. 1999. "Biodiversity Conservation in Traditional Coffee Systems of Mexico", en *Conservation Biology* 13:11-21.

Bibliografía complementaria

Fiedler, J., *et al.* 1998. "Genetic Relationships of Avocado (*Persea americana* Mill.) Using RAPD Markers", en *Euphytica* 101:249-255.

Chao, *et al*. 2003. "Genetic Relationships among Avocado Accessions from California and Mexico Characterized by AFLP Markers", en *Proceedings of the V World Avocado Congress*, Málaga, España, pp. 208-209.

Bergh, B.O. 1975. "Avocados", en J. Janick y J.N. Moore (eds.), *Advances in fruit breeding*. Purdue University Press, West Lafayette, Indiana, pp. 541-567.

Bergh, B.O., y E. Lahav. 1996. "Avocados", en J. Janick y J.N. Moore (eds.), *Fruit breeding*, vol. I: *Tree and Tropical Fruits*. John Wiley, Nueva York, pp. 113-166.

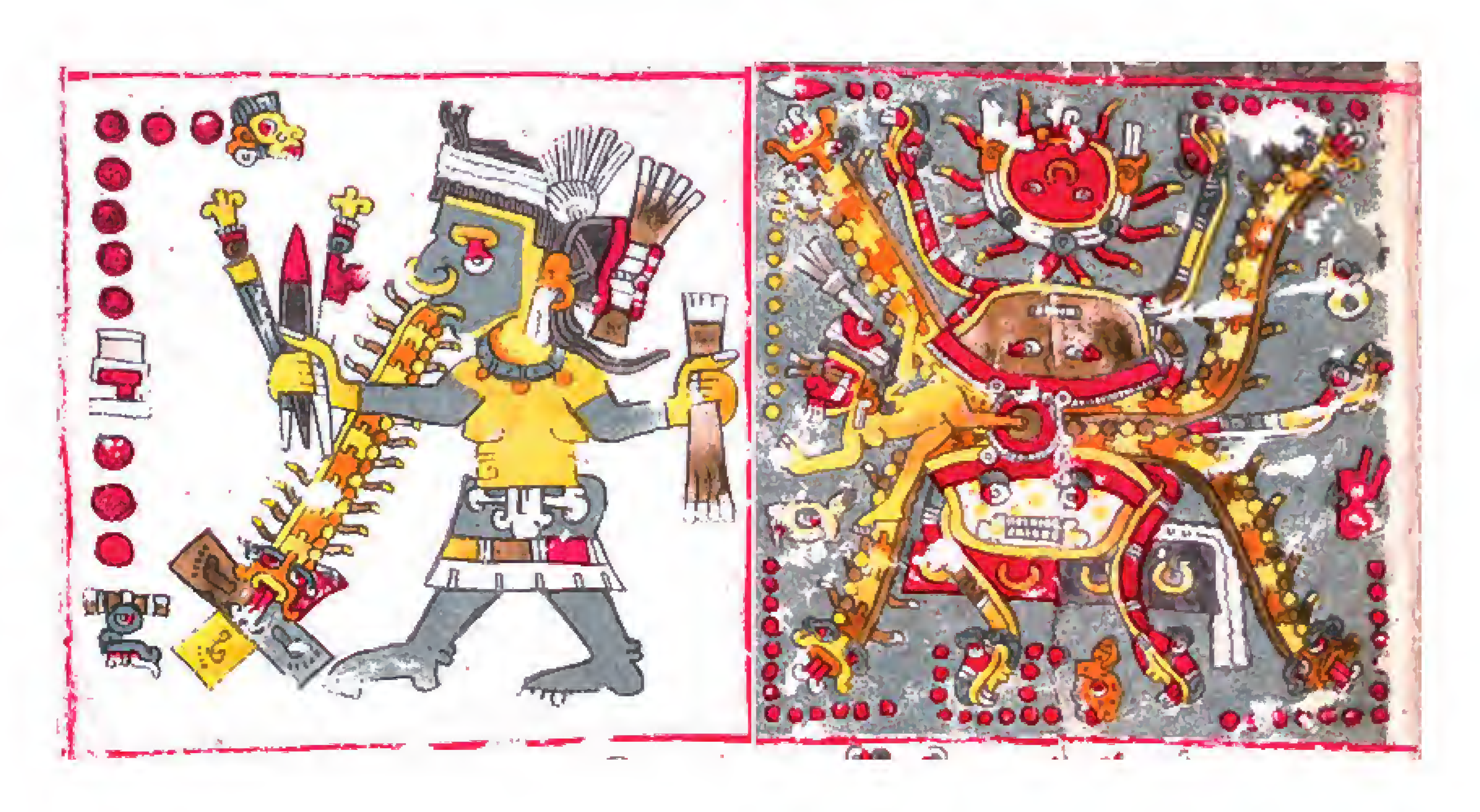
Ashworth, V.E.T.M., y M.T. Clegg. 2003. "Microsatellite Markers in Avocado (*Persea americana* Mill.): Genealogical Relationships among Cultivated Avocado Genotypes", en *Journal of Heredity* 94:407-415.

Clegg, M.T., *et al.* 1999. "The Use of Molecular Markers in the Management and Improvement of Avocado *Persea americana* Mill", en *Revista Chapingo, Serie Horticultura* 5:227-231.

* Universidad Autónoma Chapingo,
Departamento de Fitotecnia
abarrien@correo.chapingo.mx

EL CIEMPIÉS: UN BICHO QUE SE PARECE AL BORDE DE UN PETATE VIEJO

Fabio G. Cupul Magaña[1]



Detalle de la lámina 47 del Códice Borgia, donde se aprecian imágenes míticas del ciempiés. En el recuadro izquierdo se observa un quilópodo emergiendo de la boca de una deidad.

La notable capacidad que los antiguos mexicanos poseyeron para observar los detalles de la naturaleza quedó en parte manifiesta en los nombres que asignaron a los seres vivos. Así, se tiene que al ciempiés le llamaron *petlacolcoatl* (palabra náhuatl que derivó en petlacoatl y petasolcoate); es decir, aquel animal que por su forma de serpiente (*coatl*, serpiente), su color amarillento y el fleco que forman sus muchas patas se parece al borde de un petate viejo (*petlatl*, petate). Pero no sólo de amarillo se tiñe el suave cuerpo de estos animales que gustan de vivir en zonas húmedas y debajo de rocas o troncos, además lo puede hacer de rojo, negro, naranja, azul, verde, violeta o en combinaciones de dos o más colores.

Nuestros antepasados también plasmaron la imagen del ciempiés en códices y vasijas, donde resaltaron su copioso número de patas que, junto con un par de antenas en la cabeza, el cuerpo dividido en segmentos y aplanado dorsoventralmente, distinguen a este grupo de artrópodos. De hecho, las razones que llevaron a los científicos a clasificarlos dentro de este grupo, al que pertenecen además los insectos, las arañas, los alacranes, las langostas y los camarones, así como los extintos trilobites, fue porque tienen simetría bilateral, un cuerpo dividido en segmentos y protegido por un esqueleto externo (por tal razón, para crecer, necesitan mudar su piel varias veces durante su vida), patas articuladas, así como un cordón nervioso localizado en posición ventral.

¿Cien o menos patas?

Curiosamente, la mayoría de las especies de ciempiés no posee cien patas. Su número varía desde 30 hasta 372, es decir, desde 15 a 181 pares. Al nacer (lo hacen de un huevo, el cual puede estar protegido por la hembra al enroscarse sobre él o depositado en cámaras bajo tierra), algunas especies de ciempiés llegan al mundo con una cantidad ya definida de patas y segmentos (epimórficas); pero, por el contrario, otras los van adicionando a su cuerpo conforme se desarrollan y crecen hasta alcanzar la adultez (anamórficas). Pero a todo esto, ¿por qué la tradición popular escogió al número cien para dar nombre a estos animales? Es posible que la razón repose sobre nuestra primitiva y rudimentaria fijación aritmética en todas aquellas cantidades que sean múltiplos de diez: la cifra resultante de la suma total de los dedos de las manos. No en vano, esta condición digital que nos ha llevado a contabilizar nuestra vida cultural en siglos o décadas, ha permitido que armemos tal jubileo ante los centenarios de fechas que señalan el inicio o consumación de hechos históricos y nos ha condicionado a caer presas del pánico colectivo, ante panoramas catastrofistas que se vaticinan cada vez que el transcurrir del calendario nos aproxima a una cifra entera de base 10.

Y ya que hablamos de seres con numerosas patas, nos viene a la mente la imagen de los milpiés, animales que junto con los

ciempiés, los paurópodos y los sínfilos, se agrupan en la superclase de los Myriapoda. Por lo común, los paurópodos y sínfilos pasan inadvertidos para la gente por su diminuto tamaño, no así los milpiés, cuyo cuerpo cilíndrico, grandes dimensiones y, por supuesto, innumerables patas, cautivan nuestra atención. Pero entre los milpiés y los ciempiés existen grandes diferencias que van más allá de la cantidad de extremidades. Los primeros ostentan cuatro pares de patas en cada segmento del cuerpo, en lugar de las dos de los segundos; detalle anatómico que permite clasificarlos dentro de las clases Diplopoda y Chilopoda, respectivamente. Asimismo, mientras que la mayoría de los milpiés son herbívoros que gustan de alimentarse de materia vegetal en descomposición, los ciempiés son depredadores consumados.

Hábiles depredadores venenosos

La capacidad depredadora de los ciempiés o quilópodos radica en las forcípulas; una formidable arma biológica que es el resultado de la modificación, a manera de colmillos, del primer par de patas caminadoras. Las forcípulas se localizan en la cabeza, justo a los lados de la boca. A lo largo de ellas, corre un conducto que conecta el exterior, por una abertura casi en la punta del colmillo, con las glándulas productoras de veneno que se alojan en su base. Durante la cacería, que se realiza frecuentemente por la noche, los ciempiés se abalanzan sobre las presas para morderlas e inocularles –como si de una aguja hipodérmica se tratase– un veneno paralizante. Para someter con mayor fuerza a las víctimas, aplican un "abrazo" en el que interviene un número importante de sus primeros pares de patas caminadoras. Este comportamiento, aunado a la presencia de afiladas uñas en la punta de sus extremidades, ha provocado que entre las personas perdure la falsa creencia de que "pican" y envenenan a través de las patas.

Es precisamente su poder de inyectar veneno lo que coloca a algunas especies de ciempiés como animales de importancia para la salud pública; pues si una persona es envenenada puede manifestar dolor, inflamación, ulceración o necrosis en la parte afectada. Aunque es poco probable que el veneno provoque la muerte, sí se han documentado casos en diversas partes del mundo donde ciempiés de gran tamaño (25 centímetros o más) han acabado con la vida de niños pequeños. Además, se cuenta con el registro de raros acontecimientos en los que el conocimiento acerca de la toxicidad de los ciempiés se ha visto involucrado de manera directa o indirecta. Así, en 2008, se supo de un joven malayo que intentó dirimir sus diferencias con el vecino al ingresar furtivamente a su hogar para colocar cuatro ciempiés en la cama. En la Segunda Guerra Mundial, el Pacífico Sur fue escenario de altercados entre los soldados estadounidenses y los ciempiés, ya que muchos militares fueron mordidos al encontrase con los artrópodos dentro de las trincheras, las camas, las tiendas de campaña e incluso en las letrinas.

Al ciempiés gigante *Scolopendra gigantea*, que alcanza hasta 25 cm de largo, se le encuentra en cuevas venezolanas. Atrapa en pleno vuelo a murciélagos cara de fantasma a los que somete con varios pares de sus patas delanteras.

Foto: © Jesús Molinari



La escolopendra *Cormocephalus impressus* es una especie con ocurrencia en el Caribe, Brasil, Ecuador, Perú y México.

Foto: © Christian Kronmüller



Los ciempiés del género *Lithobius mesibov* están ampliamente distribuidos en México.

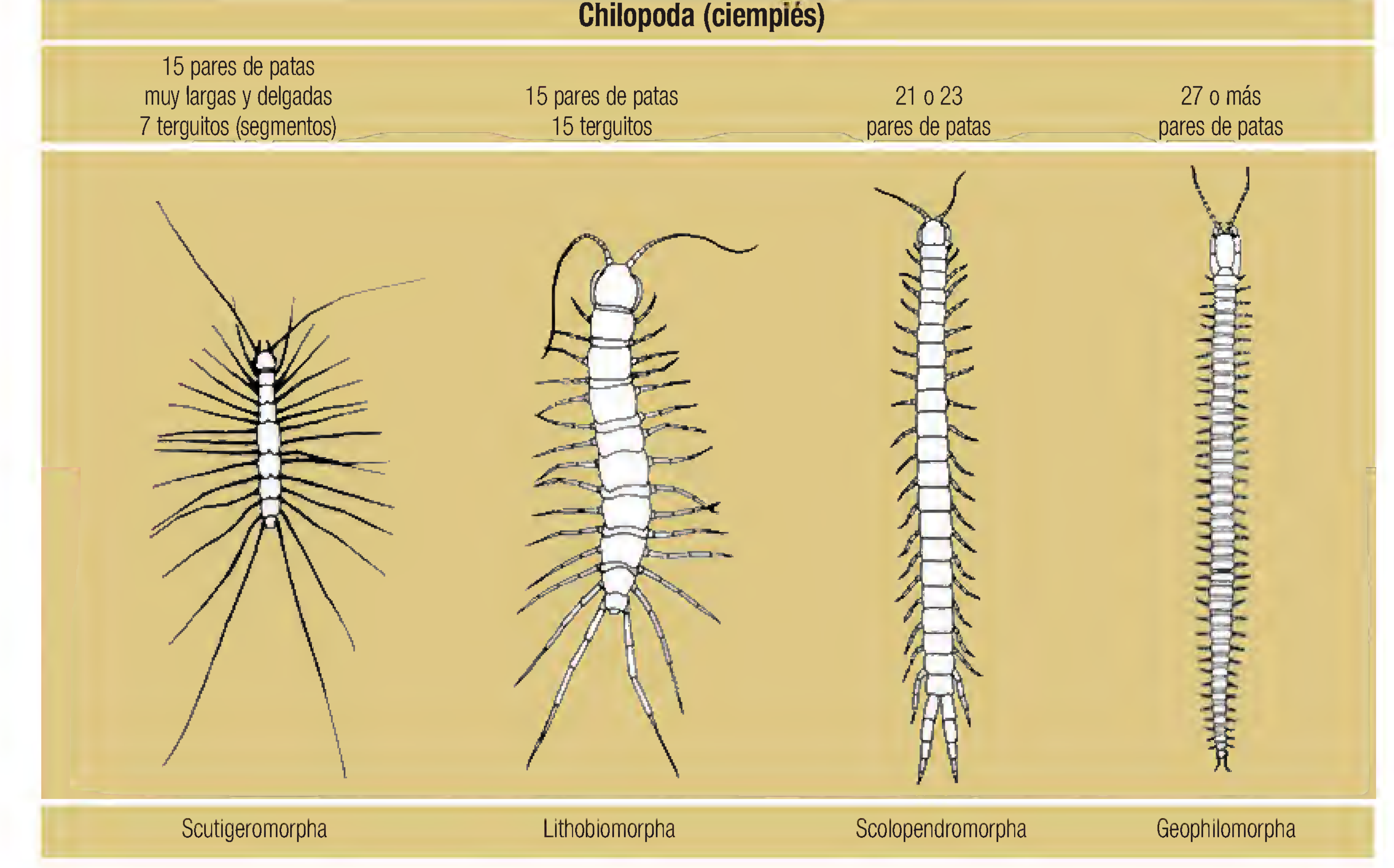
Foto: © Robert Mesibov

En México, el veneno de los ciempiés ha recibido atención por parte de grupos universitarios de investigación con la intención de conocer su composición y caracterizarlos genéticamente. Un hallazgo sorprendente es que el veneno, en especial el del ciempiés verde *Scolopendra viridis*, es mucho más parecido al de las serpientes que al de los insectos o arácnidos, pues las enzimas (fosfolipasas) que inducen cambios en la composición membranal, activan la cascada inflamatoria y alteran las vías de señalización celular. Además, los componentes extraídos de estos venenos pueden tener un uso médico-farmacéutico, ya sea como agentes antibacteriales, analgésicos o antitumorales. Parece que esta particularidad medicinal de los ciempiés fue tempranamente conocida y aplicada en las tradiciones mágico-médico-religiosas de nuestros pueblos. En la localidad de Tlacuilotepec, Puebla, hoy en día se prepara un antídoto para contrarrestar los efectos nocivos de todo tipo de animal ponzoñoso, al introducir un ciempiés vivo en una botella repleta de alcohol.

Diversidad y estudio en México

Nuestros antepasados del centro del país conocían y reconocían a los ciempiés; tanto así, que llegó a formar parte de sus representaciones fantásticas y religiosas al aparecer entrelazado con una serpiente y la diosa Tlazoltéotl para formar una trilogía que simbolizaba la lujuria. Así también, los naturalistas del Viejo Mundo, como el protomédico Francisco Hernández (1515-1587), observaron las semejanzas en forma y las diferencias en tamaño entre los ciempiés de las nuevas tierras conquistadas y los de sus naciones de ultramar. Actualmente, se sabe que la riqueza de especies de ciempiés en México es de 175 (de las que 136 son endémicas), agrupadas en cuatro órdenes, quince familias y 74 géneros. Esta diversidad representa 5.5% de las 3 149 especies catalogadas a nivel mundial.

Los cuatro órdenes de la clase Chilopoda presentes en el país son: Geophilomorpha, Lithobiomorpha, Scolopendromorpha y Scutigeromorpha. Los Geophilomorpha (71 especies agrupadas en ocho familias) tienen forma de gusano, habitan en el suelo y poseen entre 31 y 181 pares de patas. Los Lithobiomorpha (61 especies en dos familias) son de tamaño pequeño y cuentan con 15 pares de patas. Los Scutigeromorpha (6 especies en dos familias) son animales principalmente



Fisonomía general de los cuatro órdenes de la clase Chilopoda que se registran en México: Scutigeromorpha, Lithobiomorpha, Scolopendromorpha y Geophilomorpha.

Dibujos cortesía de Robert Mesibov

tropicales y subtropicales que ostentan 15 pares de patas muy largas. Finalmente, los Scolopendromorpha (37 especies en tres familias) son individuos tropicales y subtropicales que tienen 21 o 23 pares de patas. Sin embargo, a pesar de esta diversidad y de que en México los estudios sobre este grupo animal datan desde 1839, en la actualidad son escasas las investigaciones y los investigadores (tan sólo dos mexicanos y tres extranjeros) que tienen como objetivo observarlos y analizarlos. De hecho, el conocimiento del grupo tuvo su auge durante la década de los años cuarenta del siglo pasado, gracias a los trabajos del investigador estadounidense R. V. Chamberlin.

Pareciera que estos bichos son insignificantes. Nada más contrario a la realidad, pues al ser depredadores generalistas mantienen a raya a muchos otros invertebrados que viven en el suelo y que tienen el potencial de convertirse en plagas para el hombre o de afectar a otras especies. Además, por su abundancia, son componentes significativos en la dieta de mamíferos terrestres (coyotes, zorrillos, etc.) y aves. A pesar del escaso estudio de los ciempiés, en 2005 se descubrió una nueva especie en Chamela, Jalisco, y hace apenas unas semanas se publicó el hallazgo de la novena familia de geofilomorfos en México. Estos últimos resultados son interesantes, pues ponen al descubierto la posibilidad de adentrarse en el conocimiento de la diversidad de los ciempiés en el país, en vista de que ésta es una indicadora fundamental de las condiciones ambientales y de las fases de desarrollo o "salud" de un hábitat o ecosistema.



A los lados del cuerpo de la escolopendra de la especie *Rhysida longipes*, se aprecian unas aberturas llamadas espiráculos, por donde ingresa el oxígeno que se distribuye a los órganos internos (a través de un sistema traqueal).

Foto: © Fabio Cupul

Bibliografía

Bonato, L., F.G. Cupul-Magaña y A. Minelli. 2009. "*Mecistocephalus guildingii* Newport, 1843, a Tropical Centipede with Amphi-Atlantic Distribution (Chilopoda: Geophilomorpha)", en *Zootaxa* 2271:27-42.

Cupul-Magaña, F.G. 2007. "*Scolopendra viridis* Say, 1821 Chilopoda: Scolopendromorpha: Scolopendridae", en *Dugesiana* 14(2):53-57.

Cupul-Magaña, F.G. 2009. "Lista nominal de especies de ciempiés (Chilopoda) para México", en *BIOCYT* 2(6): 48-54.

Edgecombe, G .D., y F.G. Cupul-Magaña. 2008. "Primer registro de *Scutigera linceci* (Wood, 1867) para Jalisco y anotaciones sobre los escutigeromorfos de México (Chilopoda: Scutigeromorpha: Scutigeridae)", en *Dugesiana* 15(1):17-19.

Foddai, D., L.A. Pereira y A. Minelli. 2002. "Geophilomorpha", en J. Llorente-Bousquets y J.J. Morrone (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*, vol. III. UNAM-CONABIO, México, pp. 417-427.

González-Morales, L., E. Diego-García, L. Segovia, M.C. Gutiérrez y L.D. Possani. 2009. "Venom from the Centipede *Scolopendra viridis* Say: Purification, Gene Cloning and Phylogenetic Analysis of a Phospholipase A2", en *Toxicon* 54:8-15.

Heyden, D., y C. Baus Czitrom. 1997. "Los insectos en el arte prehispánico", en A. Ruy Sánchez Lacy (ed.). *Los insectos en el arte mexicano. Artes de México* 11:25-37.

Lewis, J.G.E. 1981. *The Biology of Centipedes*. Cambridge University Press, Cambridge.

Minelli, A. (ed.). 2006. "Chilobase: A Web Resource for Chilopoda taxonomy", en http://chilobase.bio.unipd.it/, consultado el 28 de octubre de 2009.

Muñoz-Andrade, B. 2006. "Purificación y caracterización de la proteína responsable de la actividad hialuronidasa presente en el veneno del ciempiés (*Scolopendra viridis* Say, 1821)", tesis de maestría en biotecnología, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, 71 pp.

Pagaza-Calderón, E.M., M.S. González Insuasti, R.M. Pacheco Olvera y M.T. Pulido. 2006. "Importancia cultural, en función del uso, de cinco especies de artrópodos en Tlacuilotepec, Puebla, México", en *Sitientibus Série Ciências Biológicas (Etnobiología)* 6: 65-71.

Shelley, R.M. 1999. "Centipedes and Millipedes with Emphasis on North America Fauna", en *The Kansas School Naturalist* 45(3):1-15.

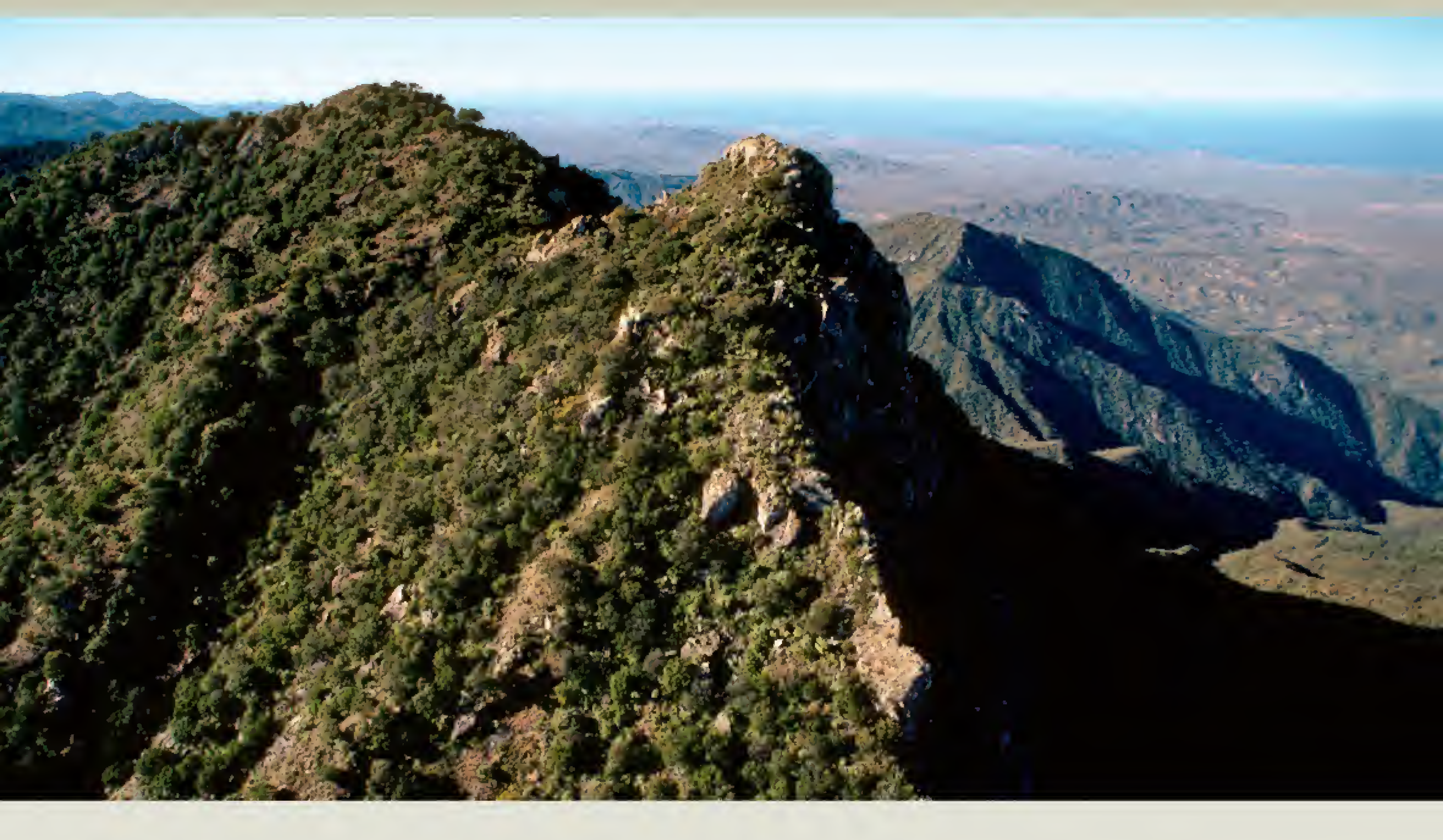
Shelley, R.M. 2002. "A Synopsis of the North American Centipedes of the Order Scolopendromorpha (Chilopoda)", en *Virginia Museum of Natural History Memoir* 5:1-108.

Shelley, R.M. 2006. "A Chronological Catalog of the New World Species of Scolopendra L., 1758 (Chilopoda: Scolopendromorpha: Scolopendridae)", en *Zootaxa* 1253:1-50.

Shelley, R.M. y R. Mercurio. 2005. "*Ectonocryptoides quadrimeropus*, a New Centipede Genus and Species from Jalisco, Mexico; Proposal of Ectonocryptopinae, Analysis of Subfamilial Relationships, and a Key to Subfamilies and Genera of the Scolopocryptopidae (Scolopendromorpha)", *Zootaxa* 1094:25-40.

[1] Universidad de Guadalajara, fabio_cupul@yahoo.com.mx

LAURA ARRIAGA CABRERA (1956-2009)



La doctora Laura Arriaga participó en la planeación de la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, en Baja California Sur.

Foto: © Fulvio Eccardi

A lo largo de su vida, Laura Arriaga dividió su actividad entre la academia y la administración pública. En sus inicios formó parte del Laboratorio de Ecología del Instituto de Biología de la UNAM. Ahí desarrolló su tesis de licenciatura sobre la demografía de módulos de *Pinus hartwegii*, estudio pionero sobre metapoblaciones.

En 1987 ingresó como investigadora al Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, donde ayudó a la consolidación de la Divisió n de Biología Terrestre en el área de ecología vegetal. Además participó en la definición y diseño de las reservas de la biosfera El Vizcaíno y Sierra La Laguna.

De 1994 a 1997 fungió como directora de la División de Biología Terrestre del actual Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR). Su administración se caracterizó por su seriedad, honestidad y compromiso. Sus trabajos se enfocaron en el estudio del efecto de las especies invasoras sobre la diversidad de México, a los riesgos de las especies transgénicas y a los posibles efectos del cambio climático, y desarrolló una línea de investigación sobre estudios ecosistémicos y servicios ambientales.

En el ámbito de la administración pública, en mayo de 1997 se integró a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) como directora técnica de Análisis y Prioridades. Durante seis años tuvo a su cargo el Programa de Regiones Prioritarias de México, que incluía los ambientes marino, terrestre y acuático epicontinental.

Además, impulsó y lideró el Programa de Especies Invasoras, a nivel nacional e internacional, que sentó las bases de colaboración con el Programa Global sobre Especies Invasoras y con la Comisión de Cooperación Ambiental de América del Norte, y fue punto focal en el país del Mecanismo de Transferencia de Información derivado del Convenio sobre la Diversidad Biológica.

Bajo su dirección, la Red Mexicana de Información sobre Biodiversidad tuvo una fuerte proyección y se convirtió en una red internacional constituida por nodos institucionales cuyas colecciones están contenidas en bases de datos taxonómicas. Con esto, México se convirtió en líder en materia de difusión e intercambio de información sobre biodiversidad. Una de las actividades principales de la Red, durante la gestión de Laura, fue la revisión de las bases de datos para ser incorporadas a las megabases de los diferentes grupos taxonómicos. Fue así como surgió la necesidad de crear el Proyecto de Catá-



logos de Autoridades Taxonómicas, a fin de servir como estándar para el control de calidad de los datos nomenclaturales que ingresan al Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad.

Dentro de la CONABIO, impulsó el tema de la bioseguridad. Apoyó el proyecto de creación de capacidades para la implementación del Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología, con el cual México comenzó la formación de la mayoría de las personas que hoy día trabajan en bioseguridad en el sector ambiental y en otros sectores afines. Gracias a ella, la CONABIO inició su participación en la toma de decisiones gubernamentales respecto de la siembra de los organismos genéticamente modificados en el país, por lo que ha sido considerada como una institución que ha marcado un hito en la bioseguridad en México.

Otros proyectos realizados durante su gestión son la conclusión de la síntesis del estado de las colecciones biológicas científicas mexicanas y el establecimiento de un convenio entre México, Canadá y Estados Unidos para el desarrollo de la interfaz mexicana del Sistema Integrado de Información Taxonómica.

Además, en colaboración con la Comisión Nacional Forestal, se elaboró la base de datos que generan las fichas técnicas de especies incluidas en el Sistema de Información para la Reforestación.

Fue miembro de la academia en Ecología de Zonas Áridas del CIBNOR y fundadora de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología, donde fungió como presidenta de la Región Noroeste a partir del año 2007.

Sin lugar a dudas, Laura Arriaga trabajó incansablemente en favor del conocimiento de la biodiversidad de México y los efectos de las actividades humanas; participó en diferentes iniciativas para la protección y conservación de la riqueza natural del país; contribuyó a la formación de estudiantes de licenciatura y posgrado, y publicó una serie de artículos y colaboraciones en diferentes revistas nacionales e internacionales.

Quienes tuvimos la oportunidad de colaborar con ella sabemos de su dedicación y perseverancia, su compromiso y honestidad como académica y como persona, por lo que queremos expresar nuestro cariño y agradecimiento.

Verónica Aguilar
Liliana Lara
Elleli Huerta
Francisca Acevedo
Aurora Breceda

Una sesión de trabajo en el Laboratorio de Ecología del Instituto de Biología de la UNAM, donde la doctora Arriaga (primera de izquierda a derecha) desarrolló su tesis de licenciatura.

MIGUEL ÁNGEL SOTO ARENAS (1963-2009)



La primera vez que nos vimos fue en una de las reuniones mensuales de la Asociación Mexicana de Orquideología (AMO), a principios de los años ochenta. Miguel Ángel estudiaba biología en la Facultad de Ciencias de la UNAM y había mostrado un profundo interés en las orquídeas, por lo que decidió dedicar su carrera a la investigación de estas plantas.

Se especializó en ecología y taxonomía, y uno de sus primeros proyectos fue el estudio de la flora epífita de la región de la zona arqueológica de Bonampak, Chiapas, con el que llegó a poseer un vasto conocimiento de las orquídeas de este bosque tropical de tierras bajas.

En 1985 comenzó a trabajar en el Instituto Chinoín como investigador asociado en orquídeas mexicanas, en particular en el herbario de la AMO.

La orquídea *Mormodes sotoana* crece en la región de las Lagunas de Montebello sobre troncos en descomposición en claros de selva. Debe su nombre al doctor Miguel Ángel Soto.

Foto: © Eric Hágsater

A lo largo de los años, viajó a varios de los herbarios más importantes en América y Europa, donde estudió y fotografió varios ejemplares de orquídeas mexicanas. Entre sus objetivos estaba terminar *Orquídeas de México*, un tratado sobre la información taxonómica y ecológica relacionada con todas las especies de orquídeas mexicanas.

Desde el principio se destacó como una persona dispuesta a aprender de los demás, a trabajar en equipo y a compartir su información, lo que quedó de manifiesto en las numerosas tesis que dirigió y en los artículos de su coautoría.

Miguel Ángel abordó varios grupos de géneros, sobre todo de epífitas, y tenía un interés especial en el género mexicano *Laelia*. Realizó una magnífica revisión *in situ* de todas las especies y de los taxa inferiores.

Por varios años trabajó en Michoacán, donde estudió las dinámicas de población de *Laelia speciosa*, en particular la manera en que los agricultores locales pudieran cultivar las plantas de manera sustentable para su venta. En aquel entonces había varios estudios similares con especies de orquídeas terrestres en Europa y Estados Unidos, pero muy pocos acerca de especies de epífitas en países tropicales.

Gracias a su interés en la ecología, Miguel participó en numerosas conferencias sobre conservación, fue miembro del Grupo Especializado en Orquídeas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y colaboró con varias instancias gubernamentales en la conservación de orquídeas. Para el gobierno de México realizó la revisión de la lista de especies de orquídeas y preparó las monografías



Miguel Ángel Soto durante una visita a las Cascadas de Agua Azul, donde realizó una amplia investigación sobre las orquídeas, abril de 2000.

de cada especie. Ambos éramos conscientes de la destrucción de varios de sus hábitats naturales, sobre todo por el cambio de uso de suelo en tierras de cultivo.

Con frecuencia planeamos y trabajamos en varios proyectos, uno de ellos sobre un nuevo sistema de clasificación infragenérica del género *Epidendrum*, que combina varios datos vegetativos y a nivel molecular. Su repentina partida deja inconcluso este estudio.

Entre nuestros sueños estuvo la publicación de un libro sobre las orquídeas de México. Acordamos que debía tratar sobre los diversos hábitats donde crecen y narrar su descripción como si fuera un paseo por aquellos bosques y praderas. A finales de 2004 reunimos el material necesario para dar inicio al proyecto. Miguel abandonó otros trabajos y se involucró por completo en la edición: desde la selección de imágenes hasta la diagramación del libro. Dedicó un año completo para terminarlo; incluso, en ocasiones, trabajaba hasta la medianoche. Como resultado del conocimiento acumulado y gracias al financiamiento del Instituto Chinoín, finalmente se publicó el libro, dirigido a un público interesado en el tema. El libro tuvo un éxito inmediato: en un año se imprimieron y distribuyeron 25,000 ejemplares en español, cuya edición se agotó.

Quizá uno de los proyectos más queridos de Miguel fue el de la vainilla. Además de ser el tema de su tesis de doctorado, descubrió que la planta era básicamente un solo clon criado por los totonacas del estado de Veracruz, por lo que tenía un particular interés en trabajar con las comunidades para recuperar ese valioso cultivo. En colaboración con varios especialistas de todo el mundo preparó una propuesta para una nueva clasificación genérica y describió nuevas especies.

En la noche del 27 de agosto, mientras Miguel trabajaba hasta tarde en su casa de Torreón, Coahuila, un asaltante entró y, tras una feroz lucha, lo asesinó. Miguel tenía 46 años.

Toda la comunidad de orquideólogos, junto con sus hermanas y padres, estamos sobrecogidos por la pérdida de un gran amigo y colega, que contribuyó de manera importante al conocimiento de las orquídeas en México, no sólo en cuanto a su diversidad sino a su ecología y conservación. Descanse en paz.

ERIC HÁGSATER

Flora melífera de La Montaña, Campeche: su importancia para la apicultura y para la vida diaria

Esta publicación tiene como propósito dar a conocer las principales plantas que sirven como recursos para las abejas, considerando su época de floración y su contribución a la apicultura en la zona de La Montaña, municipio de Hopelchen, Campeche. Asimismo, se describen los distintos usos que se le da en la zona a cada una de las especies estudiadas. De esta manera, el libro se convierte en una herramienta útil para los apicultores en el manejo de las colmenas, la difusión de la miel en la región y facilita los procesos de su comercialización. La información sobre la fenología de floración de las especies productoras de néctar o polen ayuda a los productores a planear y sistematizar sus actividades, entre ellas, determinar la época en que se pueden colocar las trampas. Muchas de las especies que se describen en esta obra no sólo son importantes para la producción de miel, sino también para la obtención de productos maderables o comestibles, sin olvidar sus propiedades medicinales.

El trabajo de investigación de los autores contó con el financiamiento, en distintas etapas, del CONACYT, la Fundación Interamericana, la Universidad de Florida, de la CONABIO y del Instituto de Ecología.



La misión de la CONABIO es promover, coordinar, apoyar y realizar actividades dirigidas al conocimiento de la diversidad biológica, así como a su conservación y uso sustentable para beneficio de la sociedad.

Los artículos reflejan la opinión de sus autores y no necesariamente la de la CONABIO. El contenido de *Biodiversitas* puede reproducirse siempre que se citen la fuente y el autor. Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor: 04-2005-040716240800-102. Número de Certificado de Licitud de Título: 13288. Número de Certificado de Licitud de Contenido: 10861.

EDITOR RESPONSABLE: Fulvio Eccardi Ambrosi
DISEÑO: Renato Flores
CUIDADO DE LA EDICIÓN: Leticia Mendoza y Adriana Cataño
COLABORACIÓN EDITORIAL: Oswaldo Barrera
IMPRESIÓN: Litoprocess impresos
PRODUCCIÓN: Gaia Editores, S.A. de C.V.

biodiversitas@xolo.conabio.gob.mx
COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD
Liga Periférico-Insurgentes Sur 4903, Parques del Pedregal, Tlalpan 14010 México, D.F.
Tel. 5004-5000, fax 5004-4931, www.conabio.gob.mx Distribución: nosotros mismos